

**Nachtschlaf – Zyklen
nach Interkontinentalflug**

Rainer Burger

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem EEG-Laboratorium (Prof. Dr. J. Kugler)
der Neurologischen Klinik der Universität München

(Direktor: Prof. Dr. A. Schrader)

Nachtschlaf - Zyklen
nach Interkontinentalflug

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Rainer Burger
aus Heidelberg

München 1974



Berichterstatter: Prof. Dr. J. KUGLER
Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. SCHRADER
Dekan: Prof. Dr. W. SPANN

Tag der mündlichen Prüfung: **2. Juli 1974**

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
EINLEITUNG	1
METHODIK	3
ERGEBNISSE	6
I. Nächte in Minneapolis	7
II. Nächte in München	19
III. Vergleich der Nächte in Minneapolis mit den Nächten in München	26
DISKUSSION	35
ZUSAMMENFASSUNG	40
LITERATURVERZEICHNIS	42

EINLEITUNG

Die Aktivitäten nahezu aller Lebewesen sind rhythmischen Schwankungen unterworfen, die sich am deutlichsten im Zyklus des Schlaf- bzw. Wachzustandes mit seinen Auswirkungen auf die Reaktionslage des Zentralen Nervensystems, des Vasomotoren- und Atemzentrums, der Motilität und vieler anderer Funktionen der Organismen äußern. Diese Zustandsänderungen der Organe und ihrer Funktionen sind eng mit dem regelmäßigen Wechsel von Tag und Nacht gekoppelt (ASCHOFF und WEVER 1962 a), so daß der Wechsel der Lichtverhältnisse häufig als Auslöser für diese Änderungen angesehen wird (GERRITZEN 1966). Dies wird durch Tierversuche gestützt, bei denen im Laboratorium unter konstanten Bedingungen eine genau 24-stündige Periode eingehalten wurde. Weiterhin wurde festgestellt, daß bei Schiffsreisen entlang eines Breitengrades die zirkadiane Periodik die Zeitverschiebung "ortszeitgetreu" mitmachte (KLEITMAN). In neueren Experimenten, bei denen Beleuchtung, Temperatur und Geräuschpegel genau kontrolliert wurden, konnte sowohl an Tieren (ASCHOFF) wie auch am Menschen (ASCHOFF und WEVER 1962 b) gezeigt werden, daß diese Periodik nicht "ortszeitgetreu" verläuft, sondern eine Phasenverschiebung gegen die Ortszeit erleidet. Dieses Abweichen von der durch die Erdumdrehung hervorgerufenen Periodik von 24 Stunden ist ein Hinweis auf die endogene Natur biologischer Rhythmen. HALBERG bezeichnet diese Art der Periodik als "zirkadiane", d. h. ungefähr einen Tag dauernde. Wie stark diese zirkadiane Periodik das Verhalten von Tier und Mensch nach willkürlichen Änderungen des Tag-Nacht Wechsels beeinflußt, und wie weit

sie von äußeren Rhythmen unabhängig ist, zeigen die Untersuchungen von RENNER. Bienen waren abgerichtet worden, zu bestimmter Zeit in Paris zur Honigsuche auszufliegen. Brachte man die Tiere nach New York (Zeitverschiebung von 5 Stunden), behielten sie ihre Gewohnheit, ohne Rücksicht auf die Zeitverschiebung, bei. TCHERKOVITCH untersuchte Affen, die bei der Nahrungsaufnahme einfache bedingte Reflexe erlernt hatten. Ein gewöhnlicher Tag-Nacht Wechsel wurde eine Zeitlang beibehalten und dann derart geändert, daß Ruhe und Verdunklung am Tag, Mahlzeit und Wachsein in der Nacht erfolgte. Anschließend wurde der Wechsel des Lichtes so gesteuert, daß zwei Tage und zwei Nächte von je sechs Stunden abliefen. Darauf wurden die Zyklen umgekehrt, d. h. die Nacht nahm die Stelle des Tages ein. Zuletzt wurde über 24 Stunden Licht gegeben und darauf folgten 24 Stunden Dunkelheit u. s. w. Alle drei Affen hatten nach zwei Monaten Neurosen entwickelt, die bedingten Reflexe bei der Nahrungsaufnahme waren völlig aus dem Rhythmus geraten, ein Tier war aufgeregt, ein anderes stark apathisch, das dritte, vorher gesunde Tier, starb 64 Tage nach Versuchsende, die beiden anderen waren erst nach einigen Monaten normalen Lebensablaufes wieder gesund.

Auch beim Mensch läuft eine Änderung des normalen Tag-Nacht Rhythmus nicht ohne Folgen ab. Schnelle Veränderungen der Ortszeit stören hauptsächlich den Schlaf und die Funktion des Verdauungstraktes. Die Schlafstörungen sind vorwiegend Störungen des Einschlafens, häufig erfolgt aber auch nächtliches Aufwachen, das mit zeitlicher Desorientierung verbunden sein kann. Diese Störungen machen sich subjektiv stark bemerkbar und führen zu einem deutlichen Leistungsabfall (KLEIN et al. 1970).

In der vorliegenden Arbeit sollte untersucht werden, ob und gegebenenfalls wie stark und wie lange die Nachtschlaf-Zyklen einer Versuchsperson von der Norm abweichen, nachdem sie von Europa nach Amerika und 14 Wochen später wieder zurückgefliegen war.

METHODIK

Die Versuchsperson war ein 26 Jahre alter, gesunder Medizinstudent, der am 12.8.1967 vormittags von Düsseldorf nach New York geflogen war. In New York (Ankunft früher Nachmittag) mußte eine Nacht unter ungünstigen Bedingungen am Flugplatz verbracht werden. Am nächsten Morgen wurde der Flug von New York nach Minneapolis (Minnesota) fortgesetzt. Die erste Nacht in Minneapolis war die Nacht vom 13. August zum 14. August 1967, sie ist zugleich die erste Nacht, die im Schlaflaboratorium aufgezeichnet wurde. Insgesamt wurden in Minneapolis zehn Nächte aufgezeichnet. Das Schlaflaboratorium war schallisoliert, klimatisiert und die Versuchsperson wählte als Beleuchtung mäßiges Dämmerlicht. Die Zeitverschiebung zwischen Deutschland und Minneapolis beträgt sechs Stunden.

Der Rückflug wurde am 28.10.1967 in Minneapolis um 1:00 nachts angetreten (Ortszeit). Nach Umsteigen und Aufenthalt in New York kam das Flugzeug in Düsseldorf um 11:00 Ortszeit an. Die Weiterreise nach München erfolgte in der Eisenbahn. Die erste Nacht in München verbrachte die Versuchsperson außerhalb des Laboratoriums und erst die zweite Nacht wurde im Laboratorium aufgezeichnet. Das Labor war nicht schallisoliert; Temperatur und Umweltbedingungen wurden von der Versuchsperson nicht unange-

nehm empfunden. Es wurden weiterhin die Nächte drei mit sechs und dann die 11., 12., 18. und die 19. Nacht im Schlaflaboratorium verbracht und aufgezeichnet.

Die Ableitungen in Minneapolis erfolgten auf zwei Kanälen, dazu wurde ein Okulogramm registriert. Die Aufzeichnung der Aktivitäten erfolgte in Minneapolis mit einem Magnetband, von dem eine Überspielung, mit wechselnder Geschwindigkeit, auf Papier vorgenommen wurde. Die Kurven aus Minneapolis wurden uns freundlicherweise von Dr. TORRES zur visuellen Auswertung übersandt.

Die Ableitungen in München erfolgten mit einem fünf-Kanal-Schreiber, auf dem ein Elektromyogramm (EMG) der Mundbodenmuskulatur, die EEG-Aktivitäten mit zentral und occipital liegenden Oberflächen Elektroden, sowie ein linkes und rechtes Okulogramm aufgezeichnet wurden.

In München wurden die Ableitungen direkt auf Papier mit konstanter Registriergeschwindigkeit von 15 mm/sec aufgezeichnet. Die visuelle Auswertung der Kurven wurde in München von einem Arzt (Prof. KUGLER) vorgenommen.

Die Einteilung der verschiedenen electroencephalographischen Schlaf-Stadien erfolgte nach einem modifizierten Schema von LOOMIS (KUGLER 66), dessen Angleich an die neue Einteilung einer internationalen Expertengruppe (RECHTSCHAFFEN und KALES) der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen ist.

Stadien- Bezeichnung (KUGLER)		EEG- Muster	Stadien- Bezeichnung (RECHTSCHAFFEN)
Verhalten		Führendes Kennzeichen	
Wachheit	A ₀	Normvariante	W
Ermüdung	A ₁	α -Diffusion	
	A ₂	α klein, spärlich, langsam	1
Nullstadium Einschlafen	B ₀	flache ν	
	B ₁	σ klein, ν mittel- hoch	
	B ₂	σ mittelhoch, ν mittelhoch	2
Leichter Schlaf	C ₀ C ₁	hohe $\nu + \sigma$, 30% d. Zeit hohe ν , 50% d. Zeit	
	C ₂	langs. ν , fast kont.	3
Mittlerer Schlaf	D ₀	δ bis 30% d. Zeit	
	D ₁	δ bis 50% d. Zeit	
	D ₂	δ bis 80% d. Zeit	4
Tiefer Schlaf	E	langs. δ , hoch kontinuier- lich	
Periode der Augenbewe- gungen	PAB	flach, rasch, A ₁ - B ₂ mit Augenbew.	REM

Eine Auswertung der REM-Perioden an den in München abgeleiteten Kurven konnte bisher nicht vorgenommen werden und muß einer weiteren Arbeit vorbehalten bleiben (R. ULLNER). Die ausgewerteten Schlafstadien wurden anschließend graphisch dargestellt. Da zwischen den Registrierbedingungen in Minneapolis und in München Unterschiede bestanden, mußten zwei verschiedene graphische Darstellungsverfahren gewählt werden, die zum Teil rechnerisch ausgeglichen werden konnten.

ERGEBNISSE

Nach Übersicht aller von unserer Versuchsperson abgeleiteten EEG-Kurven wurde festgestellt, daß der Nachtschlaf dieser Person meist fünf Zyklen mit zunehmender Schlafvertiefung und anschließender Schlafverflachung aufzeigte. Aus diesem Grund konnten die untersuchten Nächte meist in fünf Schlafzyklen unterteilt werden. Es wurden jedoch nur die ersten vier Zyklen miteinander verglichen, da der Nachtschlaf der Versuchsperson in München aus äußeren Gründen (Zutritt von Reinigungspersonal zum Laboratorium) häufig vorzeitig abgebrochen werden mußte und der fünfte Zyklus aus diesem Grund verkürzt war oder fehlte. Ein Ausschlafen der Versuchsperson bis in

den späten Morgen war also in München meist nicht möglich, während dies in Minneapolis der Fall war.

Bei den einzelnen Nächten wurden folgende Kriterien geprüft:

1. Gliederung der Nacht in einzelne Schlafzyklen und deren Länge.
2. Prozentualer Anteil der Schlafstadien (A_1 - E).
3. Prozentualer Anteil der rapid-eye-movement-Perioden (REM-Perioden) an den in Minneapolis aufgezeichneten Nächten.

I. NÄCHTE IN MINNEAPOLIS

Bei der sehr langen ersten Nacht von 8,6 Stunden ist eine Einteilung in verschiedene Schlafzyklen kaum möglich, da die gesamte Nacht einen sehr flachen Kurvenverlauf mit zahlreichen, weit verstreuten REM-Perioden und zahlreichen A-Stadien aufweist (Tab. 1). Da es sich hier um die erste in einem Laboratorium verbrachte und registrierte Nacht handelt, kann eine Beeinflussung des Schlafes im Sinne eines "first night effect" (AGNEW, WEBB und WILLIAMS) als sehr wahrscheinlich angenommen werden.

Bei der Berechnung des prozentualen Anteiles der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtdauer der vier Schlafzyklen mußten auch fehlende Abschnitte infolge Schwierigkeiten bei der Registrierung berücksichtigt werden. (MT = Movement Time, durch Bewegungen gestörte Perioden oder durch technische Mängel nicht verwertbare Kurvenabschnitte.)

Die graphischen Darstellungen sind auf den Seiten 31 und 32 abgebildet.

Tab. 1: Nacht 1 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen Schlafstadien und des REM-Schlafes der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 105,3	3,22	18,32	43,68	25,25	9,49	0,04
2: 102,7		64,40	32,40	3,20		
3: 162,0	8,82	68,32	22,86			
4: 146,0	6,90	69,28	15,93			
Gesamte Nacht:						
516,0 = 8,6 Std.	3,70	57,75	28,79	5,62	1,93	2,21
Anteil der REM-Perioden in % der Gesamtschlafzeit			23,6			

Auch bei der 2. bis 6. Nacht ist die Einteilung in verschiedene Zyklen schwierig, diese Nächte zeigen einen sehr flachen Kurvenverlauf (Tab. 2-6 und Abb. S. 31 und 32). Bei den Nächten 2, 3, 4 und 6 sind die letzten beiden Zyklen fast völlig frei von Stadien des mittleren und des tiefen Schlafes (D und E).

Tab. 2: Nacht 2 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen Schlafstadien und des REM-Schlafes der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 186,7	16,79	66,71	2,14			14,36
2: 123,3	13,21	84,33	2,10			0,36
3: 82,0	2,43	93,49	4,02			0,06
4: 99,3	16,68	83,32				
Gesamte Nacht:						
491,3 = 8,1 Std.	12,75	79,79	2,01			5,45
Anteil der REM-Perioden in % der Gesamtschlafzeit			35,6			

Tab. 3: Nacht 3 in Minneapolis
 Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
 Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
 sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 200,1	11,07	54,89	26,59	0,99		6,46
2: 150,0	5,79	67,93	26,17			0,11
3: 77,3	12,90	56,76	14,57			15,77
4: 100,0	10,10	50,60	36,00	3,30		
Gesamte Nacht:						
527,4 = 8,7 Std.	9,66	58,13	26,52	1,00		4,69
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			16,2			

Tab. 4: Nacht 4 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 120,0	21,24	12,16	62,22	0,49		3,89
2: 62,0	9,82	69,71	20,28			0,19
3: 95,3	5,45	84,75	9,75			0,05
4: 122,7	7,16	88,97	3,74			0,13
Gesamte Nacht: 400,0 = 6,6 Std.	11,40	62,00	25,30	0,15		1,15
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			26,1			

Tab. 5: Nacht 5 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 138,7	27,00	29,23	27,36	11,95	4,32	0,14
2: 114,7	10,01	49,90	39,45	0,52		0,12
3: 68,7	17,54	43,50	38,57			0,39
4: 92,7	11,53	78,37	10,02			0,08
Gesamte Nacht:						
414,8 = 6,9 Std.	17,31	48,36	28,73	4,14	1,44	0,02
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			12,8			

Tab. 6: Nacht 6 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 123,3	13,54	34,54	37,30	14,59		0,03
2: 116,0	5,77	74,13	20,08			0,02
3: 90,0	2,44	53,94	13,98			29,64
4: 126,7	20,51	37,14	6,31			36,04
Gesamte Nacht: 456,0 = 7,6 Std.	11,31	59,18	19,71	3,94		5,86
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			17,8			

Ab der 7. Nacht beginnt die Gliederung des Schlafes in einzelne Zyklen deutlich hervorzutreten, die Perioden des mittleren und tiefen Schlafes (D und E) werden länger, während der prozentuale Anteil der Ermüdung und des leichten Schlafes (B und C) abnimmt. Die Augenbewegungen sind nicht mehr so stark über die gesamte Nacht hin verstreut, REM-Perioden finden sich jetzt in deutlicher Zuordnung zu den Enden der Schlafzyklen.

Tab. 7: Nacht 7 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 83,3	19,32	15,96	20,76	31,20	12,72	0,04
2: 128,7		58,50	24,94	5,67	10,87	0,02
3: 94,0	17,06	39,91	25,44	17,59		
4: 78,7	12,06	66,80	21,08			0,06
Gesamte Nacht:						
384,7 = 6,4 Std.	10,18	46,91	23,52	12,96	6,39	0,04
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			29,4			

Tab. 8: Nacht 8 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 98,0	4,28	18,97	16,93	25,09	34,68	0,05
2: 79,3	16,00	28,47	45,36	10,08		0,09
3: 112,0	7,22	58,24	32,11	2,31		0,12
4: 76,0	7,07	52,40	40,08			0,45
Gesamte Nacht:						
365,3 = 6,0 Std.	8,32	40,09	32,62	9,63	9,30	0,04
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit	21,1					

Tab. 9: Nacht 9 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 109,3	6,76	24,95	28,60	31,07	8,50	0,12
2: 100,0	4,70	52,00	38,00	5,30		
3: 112,7	7,80	73,88	18,27			0,05
4: 87,3	8,35	67,60	11,40			12,65
Gesamte Nacht:						
409,3 = 6,8 Std.	6,25	54,21	24,40	9,60	2,27	3,63
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			36,4			

Tab. 10: Nacht 10 in Minneapolis
Zyklusdauer, proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien und des REM-Schlafes der er-
sten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 100,7	30,68	12,51	24,42	27,10	5,26	0,03
2: 84,7	2,59	21,24	21,94	20,41	13,33	20,49
3: 124,7	4,40	44,29	49,10	2,08		0,13
4: 140,0	1,42	71,89	26,63			0,06
Gesamte Nacht:						
450,1 = 7,5 Std.	9,02	41,46	31,50	10,48	3,68	3,86
Anteil der REM- Perioden in % der Gesamt- schlafzeit			19,9			

Die Nächte 1 mit 6 weisen in ihrem Zyklusverlauf starke Störungen auf, die ab der 7. Nacht nicht mehr zu bemerken sind. In die statistische Auswertung (t-Test nach Student) der gefundenen Ergebnisse ist die 1. Nacht nicht mit einbezogen, da die Unregelmäßigkeit und Unkoordiniertheit der Zyklen sicher stark durch den "first night effect" mitbedingt sind. Verglichen wurden die Nächte 2 mit 6 mit den Nächten 7 mit 10 in Hinblick auf die prozentualen Anteile der Schlafstadien A mit E, die Länge der abgelaufenen Zyklen und den prozentualen Anteil der REM-Perioden an der Gesamtschlafzeit.

Tab. 11: Prozentualer Anteil der Schlafstadien A mit E an der Gesamtschlafzeit.
Vergleich zwischen den Nächten 2 mit 6 und 7 mit 10.

Stadium	Nächte 2 mit 6 $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	Nächte 7 mit 10 $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	p
A	12,49 $\pm$ 1,31	8,44 $\pm$ 0,82	$\leq 0,025$
B	61,49 $\pm$ 5,11	45,66 $\pm$ 3,20	$\leq 0,025$
C	20,45 $\pm$ 4,84	28,01 $\pm$ 2,35	$> 0,050$
D	2,30 $\pm$ 1,01	10,66 $\pm$ 0,79	$\leq 0,0005$
E		5,41 $\pm$ 1,55	

In den Nächten 7 mit 10 ist der prozentuale Anteil der Stadien A und B signifikant kürzer, der Anteil des Stadium D signifikant länger. Stadium E kommt in den Nächten 2 mit 6 lediglich in der 5. Nacht vor (1,44 %), ein Vergleich mittels t-Test war daher nicht möglich. Der prozentuale Anteil des Stadiums C an der Gesamtschlafzeit unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Nächten 2 mit 6 und den Nächten 7 mit 10.

Die Länge der abgelaufenen Zyklen beträgt in der 2. mit 6. Nacht 114,47 $\pm$ 7,94 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$), in der 7. mit 10. Nacht 100,61 $\pm$ 4,82 ($\bar{x} \pm s\bar{x}$). Der Unterschied ist im t-Test nicht signifikant ($p > 0,05$).

Der prozentuale Anteil des REM-Schlafes an der Gesamtschlafzeit beträgt in der 2. mit 6. Nacht 21,70 $\pm$ 4,10 % ($\bar{x} \pm s\bar{x}$), in der 7. mit 10. Nacht 26,70 $\pm$ 3,86 % ($\bar{x} \pm s\bar{x}$). Der Unterschied ist nicht signifikant ($p > 0,05$).

II. NÄCHTE IN MÜNCHEN

Die erste Nacht in München wurde von der Versuchsperson nicht im Laboratorium verbracht. Die zweite Nacht in München (in den Tabellen und Abbildungen als Nacht 2 bezeichnet) schlief die Versuchsperson im Laboratorium, es handelte sich dabei um die Nacht vom 2.11.1967 zum 3.11.1967.

Die in München verbrachten Nächte lassen von vorneherein relativ gut gegliederte Zyklen erkennen. In allen Nächten, mit Ausnahme der 5., kommt das Schlafstadium E in mindestens zwei Schlafzyklen pro Nacht vor. Auch die 2. Nacht (= die 1. Nacht im Laboratorium) zeigt gut gegliederte Schlafzyklen mit relativ großen Anteilen an den Stadien des mittleren und tiefen Schlafes (Tab. 12 und Abb. 4). Es gibt keinen Grund für die Annahme, daß diese Nacht durch einen "first night effect" besonders beeinflusst war; die Versuchsperson war mit dem Laboratorium, dem Personal und den übrigen äußeren Bedingungen besser vertraut als in Minneapolis. Auch hier wurden die 2. bis 6. Nacht zusammengefaßt und den Nächten 11, 12, 18 und 19 gegenübergestellt.

In den Tabellen Nr. 12 - 21 folgen Angaben über Zyklusdauer, prozentualen Anteil der Schlafstadien A mit E an der Zykluslänge sowie an der gesamten Nacht für alle in München im Schlaflaboratorium verbrachten Nächte.

Tab. 12: Nacht 2 in München

Zyklusdauer und prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 126,0		7,13	38,06	31,87	12,84	10,10
2: 76,8		10,93	36,71	33,59	3,12	15,65
3: 85,2	2,11	24,63	33,78			39,48
4: 62,4	2,88	57,67	13,45	23,06		2,94
Gesamte Nacht:						
350,4 = 5,8 Std.	0,51	21,40	32,53	22,94	5,47	17,15

Tab. 13: Nacht 3 in München

Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 82,2	3,63	4,35	23,23	60,25	2,90	5,64
2: 88,2		6,78	38,64	44,07	10,17	0,34
3: 70,8	6,76	14,38	60,91	17,76		0,19
4: 93,0	1,92	17,33	59,06	15,40		6,29
Gesamte Nacht:						
334,2 = 5,5 Std.	1,43	10,77	46,85	34,64	3,41	2,90

Tab. 14: Nacht 4 in München

Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 79,2	1,51	1,51	22,68	36,28	26,46	11,56
2: 105,6	2,82	26,67	32,92	25,45		12,14
3: 117,0	3,58	41,50	27,15	23,05	3,07	1,65
4: 62,4	4,80	45,12	46,08			4,00
Gesamte Nacht:						
364,2 = 6,0 Std.	3,13	29,16	13,13	22,73	6,75	25,10

Tab. 15: Nacht 5 in München

Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an der Gesamtlänge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 84,6	2,83	20,53	26,90	33,98	13,45	2,31
2: 99,6	3,01	27,71	53,01	13,25		3,02
3: 81,6	6,58	13,17	58,56	21,22		0,47
4: 91,2	9,15	42,51	47,74			0,60
Gesamte Nacht:						
357,0 = 5,9 Std.	6,21	26,55	46,88	16,63	3,19	0,54

Tab. 16: Nacht 6 in München
Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 108,6	3,31	3,86	31,46	43,60	7,17	10,60
2: 72,0	4,14	8,28	14,90	70,38	1,65	0,65
3: 83,4	16,42	10,71	19,27	35,70		17,90
4: 77,4	10,06	48,76	26,31	9,28		5,59
Gesamte Nacht:						
341,4 = 5,6 Std.	8,26	16,70	23,90	39,73	2,63	8,78

Tab. 17: Nacht 11 in München
Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 132,0		9,08	31,33	29,52	6,35	23,72
2: 102,6	5,25	7,01	34,47	46,16	7,01	0,10
3: 67,2	1,77	5,32	62,16	30,19		0,56
4: 60,0	15,93	53,78	29,88			0,41
Gesamte Nacht:						
361,8 = 6,0 Std.	4,31	15,25	37,81	29,51	4,31	8,81

Tab. 18: Nacht 12 in München
Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 100,8		28,96	16,07	44,86	10,11	
2: 112,8	3,18	31,36	25,51	38,80	1,06	0,09
3: 149,4	10,03	39,33	44,95	5,61		0,08
4: 69,6	7,77	42,33	48,38	1,92		
Gesamte Nacht:						
432,6 = 7,2 Std.	13,98	30,37	28,00	25,10	2,63	0,08

Tab. 19: Nacht 18 in München
Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 93,0	3,21	5,77	21,18	61,63	7,70	0,51
2: 66,6		5,40	18,01	45,03	31,52	0,04
3: 73,2	2,44	6,52	57,12	33,45		0,47
4: 61,8	5,79	14,49	67,62	11,59		0,51
Gesamte Nacht:						
294,6 = 4,9 Std..	2,85	7,73	39,30	40,52	9,57	0,03

Tab. 20: Nacht 19 in München
Zyklusdauer und proz. Anteil der verschiedenen
Schlafstadien der ersten vier Schlafzyklen.

Schlafdauer in Minuten Zyklus Nr.:	Prozentualer Anteil der verschie- denen Schlafstadien an der Gesamt- länge					MT
	A	B	C	D	E	
1: 60,6	2,97		11,88	44,55	40,59	0,01
2: 64,8		3,69	63,75	13,86	10,16	8,54
3: 68,4	7,88	32,41	8,76	49,93	0,87	0,15
4: 102,0	4,90	34,10	34,10	22,73	4,11	0,06
Gesamte Nacht:						
295,0 = 4,9 Std.	3,86	20,13	30,30	31,66	12,20	1,85

Tab. 21: Prozentualer Anteil der Schlafstadien A mit E an der Gesamtschlafzeit.
Vergleich zwischen den Nächten 2 mit 6 und den Nächten 11, 12, 18 und 19.

Stadium	Nächte 2 mit 6	Nächte 11, 12, 18, 19	p
	$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	$\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	
A	3,90 $\pm$ 1,45	3,55 $\pm$ 0,32	$\gg 0,05$
B	20,91 $\pm$ 3,32	19,62 $\pm$ 5,83	$\gg 0,05$
C	36,25 $\pm$ 4,57	35,27 $\pm$ 2,03	$\gg 0,05$
D	27,33 $\pm$ 4,25	31,69 $\pm$ 3,24	$\gg 0,05$
E	4,29 $\pm$ 0,78	7,17 $\pm$ 2,23	$\gg 0,05$

Es besteht kein signifikanter Unterschied im prozentualen Anteil der verschiedenen Schlafstadien zwischen den jeweils zusammengefaßten Nächten.

Die durchschnittliche Länge der abgelaufenen Zyklen beträgt in den Nächten 2 mit 6 87,36 $\pm$ 3,79 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$), in der 11., 12., 18. und 19. Nacht 86,55 $\pm$ 6,91 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$). Der Unterschied ist nicht signifikant ($p \gg 0,05$).

III. VERGLEICH DER NÄCHTE IN MINNEAPOLIS MIT DEN NÄCHTEN IN MÜNCHEN

Nach dem Vergleich der einzelnen Nächte wurden auch die einander entsprechenden Nächte in Minneapolis und München verglichen. Die Nächte Minneapolis 2 mit 6 wurden den Nächten München 2 mit 6 gegenübergestellt.

Tab. 22: Prozentualer Anteil der Schlafstadien A mit E an der Gesamtschlafzeit.
Vergleich zwischen den Nächten Minneapolis 2 mit 6 und München 2 mit 6.

Stadium	Nächte 2 mit 6 in Minneapolis $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	Nächte 2 mit 6 in München $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	p
A	12,49 $\pm$ 1,31	3,90 $\pm$ 1,45	$\leq 0,0025$
B	61,49 $\pm$ 5,11	20,91 $\pm$ 3,32	$\leq 0,0005$
C	20,45 $\pm$ 4,84	36,25 $\pm$ 4,57	$\leq 0,0250$
D	2,30 $\pm$ 1,01	27,33 $\pm$ 4,25	$\leq 0,0025$
E		4,29 $\pm$ 0,78	

In den Nächten in Minneapolis überwiegen signifikant die Stadien A und B, während in den Nächten in München die Stadien C und D signifikant häufiger vorkommen. Für das Schlafstadium E konnte keine Signifikanz berechnet werden, da dieses Stadium in Minneapolis nur in der 5. Nacht (1,44 %) vorkam.

Tab. 23: Prozentualer Anteil der Schlafstadien A mit E an der Gesamtschlafzeit.
Vergleich zwischen den Nächten Minneapolis 7 mit 10 und München 11, 12, 18 und 19.

Stadium	Nächte 7 mit 10 in Minneapolis $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	Nächte 11, 12, 18 19 in München $\bar{x} \pm s\bar{x}$ (%)	p
A	8,44 $\pm$ 0,82	3,55 $\pm$ 0,32	$\leq 0,0025$
B	45,66 $\pm$ 3,20	19,62 $\pm$ 5,83	$\leq 0,0050$
C	28,01 $\pm$ 2,35	35,27 $\pm$ 2,03	$\geq 0,0500$
D	10,66 $\pm$ 0,79	31,69 $\pm$ 3,24	$\leq 0,0005$
E	5,41 $\pm$ 1,55	7,17 $\pm$ 2,23	$\geq 0,0500$

In den miteinander verglichenen Nächten (Minneapolis: Nächte 7 mit 10 mit München: Nächte 11, 12, 18, 19) überwiegen in Minneapolis signifikant die Stadien A und B, während in München die Phase des mittleren Schlafes (D) häufiger vorkommt ($p \leq 0,0005$). Die Phasen des leichten und des tiefen Schlafes (C und E) zeigen, im Gegensatz zu den ersten sechs Nächten, keinen signifikanten Unterschied.

Vergleicht man die Zykluslänge zwischen den in Minneapolis und den in München aufgezeichneten Nächten, so ergibt sich:

Nacht 2 - 6 in Minneapolis: 114,47 $\pm$ 7,94 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$)
Nacht 2 - 6 in München : 87,36 $\pm$ 3,79 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$)
der Unterschied ist signifikant ($p \leq 0,0025$)

Nacht 7 - 10 in Minneapolis : 100,61 $\pm$ 4,82 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$)
Nacht 11,12,18,19 in München: 86,55 $\pm$ 6,91 min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$)
der Unterschied zwischen den beiden Zykluslängen ist nicht signifikant ($p \geq 0,05$).

Es folgt die tabellarische Zusammenfassung der einzelnen Nächte in Hinblick auf den prozentualen Anteil der verschiedenen Schlafstadien und der "Movement Time" an der gesamten Nacht.

Tab. 24: Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an den untersuchten Nächten in Minneapolis.

Nacht	A	B	C	D	E	REM	MT
1	3,70	57,75	28,79	5,62	1,93	23,60	2,21
2	12,75	79,79	2,01			35,60	5,45
3	9,66	58,13	26,52	1,00		16,20	4,69
4	11,40	62,00	25,30	0,15		26,10	1,15
5	17,31	48,36	28,73	4,14	1,44	12,80	0,02
6	11,31	59,18	19,71	3,94		17,80	5,86
7	10,18	46,91	23,52	12,96	6,39	29,40	0,04
8	8,32	40,09	32,62	9,63	9,30	21,10	0,04
9	6,25	54,21	24,40	9,60	2,27	36,40	3,63
10	9,02	41,46	31,50	10,48	3,68	19,90	3,86

Tab. 25: Prozentualer Anteil der verschiedenen Schlafstadien an den untersuchten Nächten in München.

Nacht	A	B	C	D	E	MT
2	0,51	21,40	32,53	22,94	5,47	17,15
3	1,43	10,77	46,85	34,64	3,41	2,90
4	3,13	29,16	13,13	22,73	6,75	25,10
5	6,21	26,55	46,88	16,63	3,19	0,54
6	8,26	16,70	23,90	39,73	2,63	8,78
11	4,31	15,25	37,81	29,51	4,31	8,81
12	13,98	30,37	28,00	25,10	2,63	0,08
18	2,85	7,73	39,30	40,52	9,57	0,03
19	3,86	20,13	30,30	31,66	12,20	1,85

Ein Vergleich ausgewählter Hypnogramme in zeitlich geraffter Übersicht ist in Abb. 1 möglich.

Anschließend erfolgt eine graphische Darstellung aller einzelnen Nächte, bei der nur eine Hüllkurve gezeichnet wurde (Abb. 2 - 5).

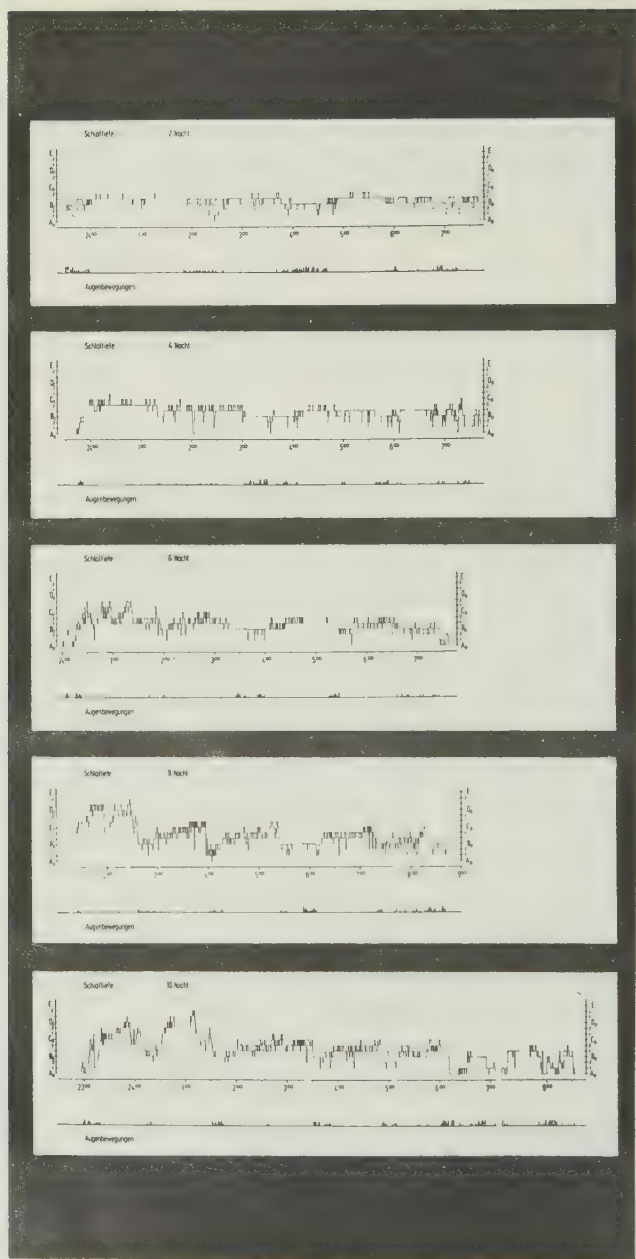


Abb. 1: Hypnogramme der Nächte 2, 4, 6, 8 und 10 in Minneapolis.

Nächte in Minneapolis:

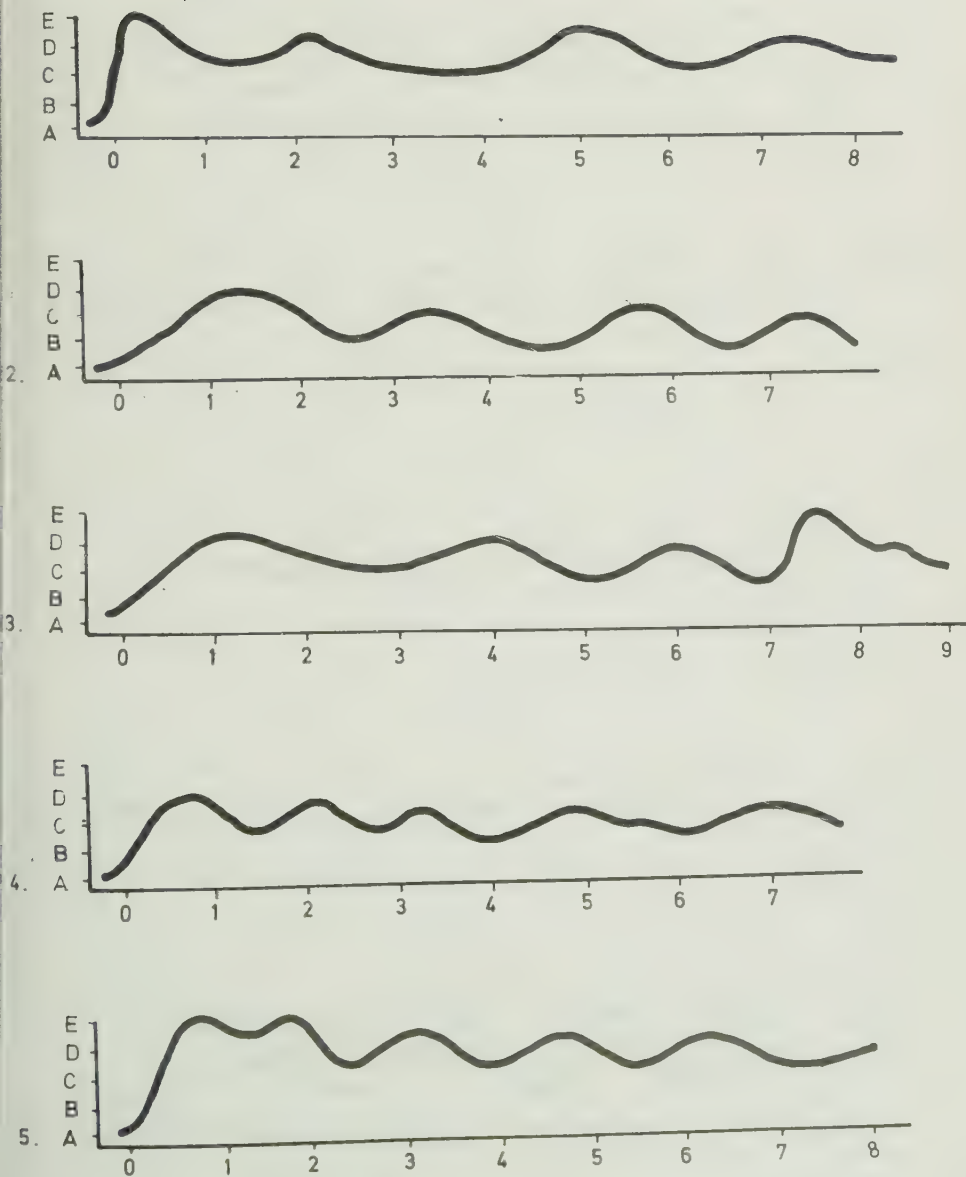


Abb. 2: Hüllkurven der Nächte 1 mit 5 in Minneapolis.

Nächte in Minneapolis:

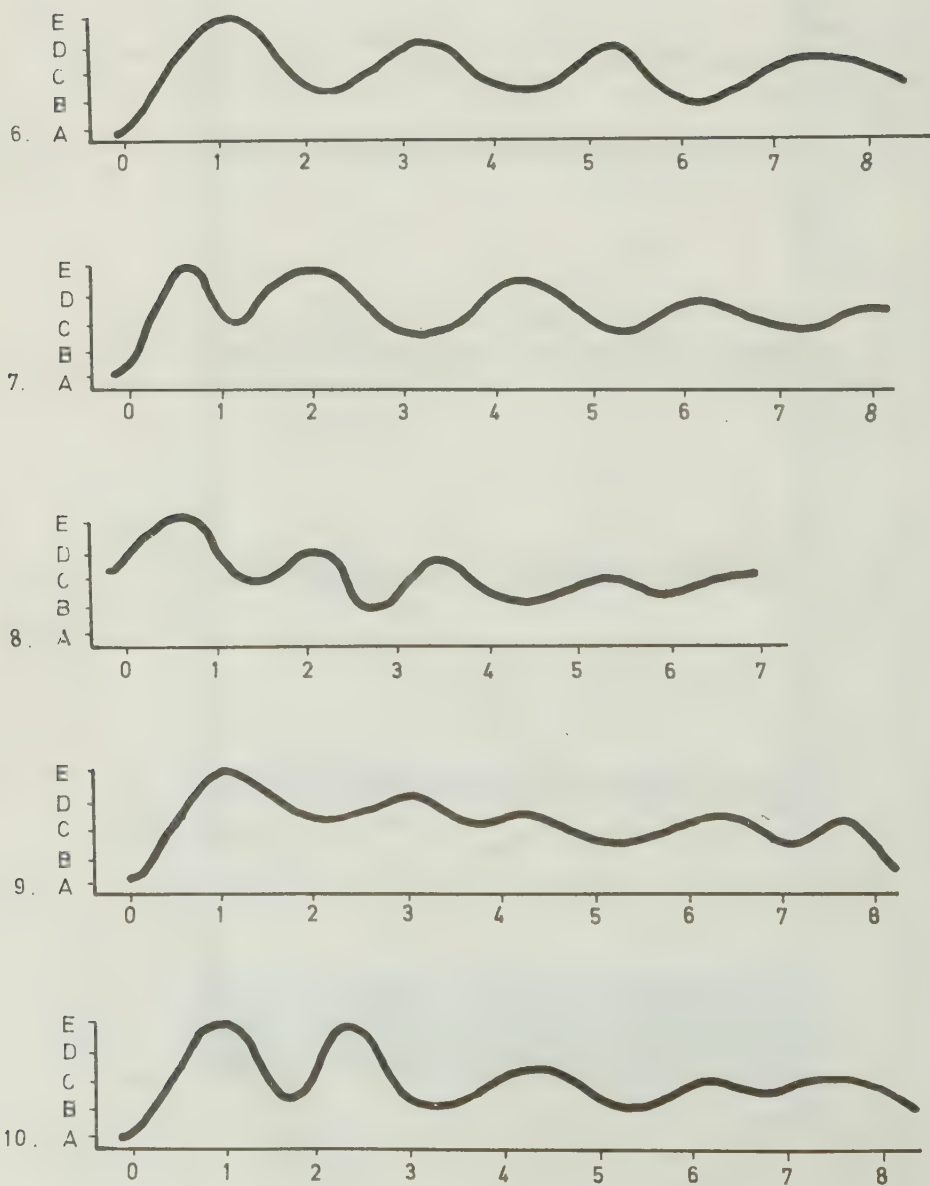


Abb. 3: Hüllkurven der Nächte 6 mit 10 in Minneapolis.

Nächte in München:

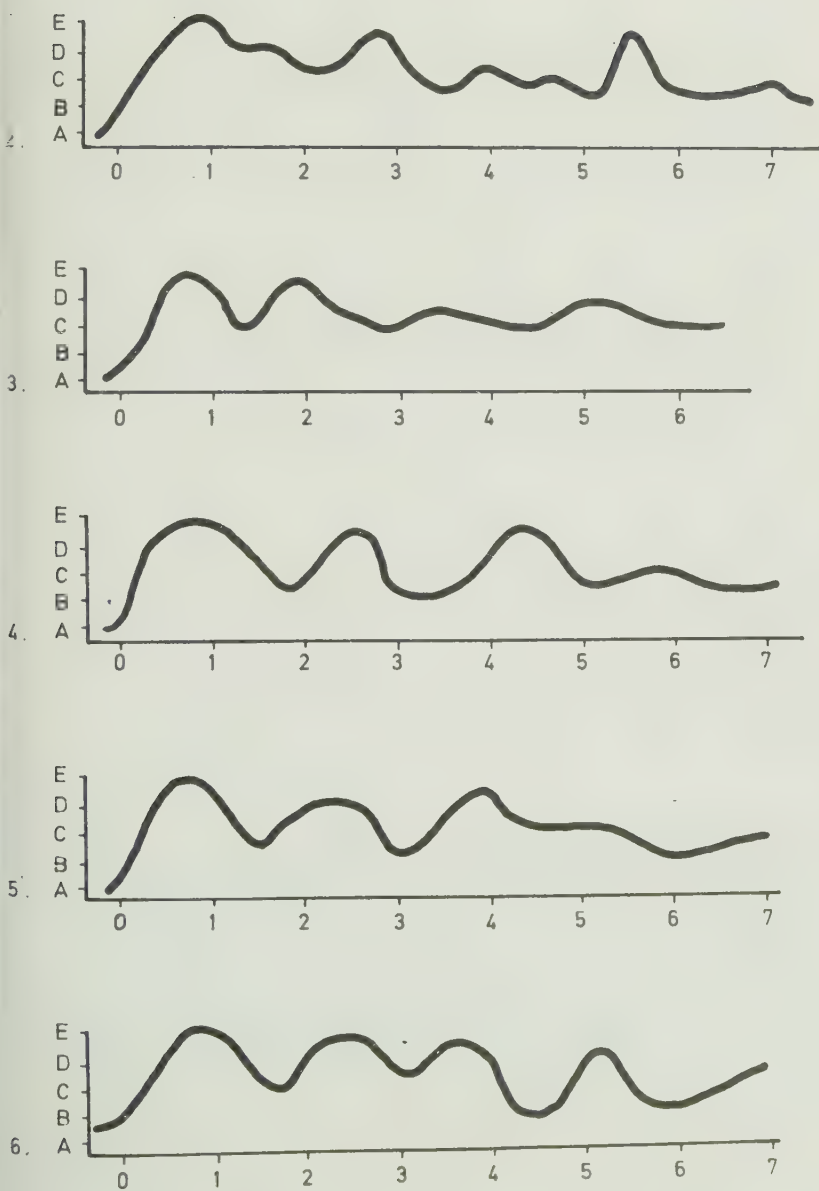


Abb. 4: Hüllkurven der Nächte 2 mit 6 in München.

Nächte in München:

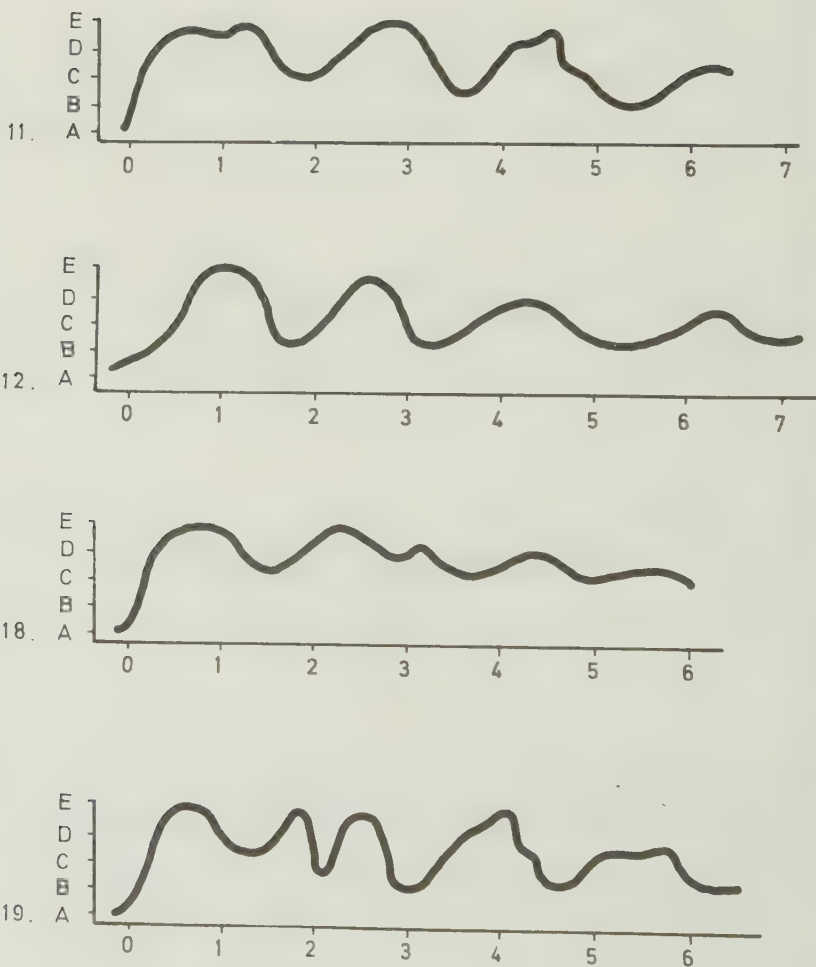


Abb. 5: Hüllkurven der Nächte 11, 12, 18 und 19 in München.

DISKUSSION

Beim Schlaf der Säugetiere handelt es sich nicht um ein gleichmäßig ablaufendes Ereignis, vielmehr ist bekannt, daß ein rhythmischer Wechsel zwischen den einzelnen Schlaftiefen stattfindet. Dabei treten im Verlauf des normalen Nachtschlafes gewöhnlich drei- bis fünfmal Schlafvertiefungen mit anschließenden Schlafverflachungen auf. Die maximale Schlaftiefe, die während eines Zyklus erreicht wird, nimmt gegen Morgen ab. Das Stadium des Tiefschlafes (E) tritt meist nur während der beiden ersten Zyklen ein. Die Länge der Zyklen wurde nach HARTMANN so festgelegt, daß ein Zyklus als die Zeit vom Beginn der ersten Schlafvertiefung bzw. vom Ende einer abgelaufenen REM-Periode bis zum Ende der nächstfolgenden REM-Periode betrachtet wurde, wenn nicht mehr als fünf Minuten Wachstadien dazwischen erschienen.

Die Vergleichbarkeit der Kurven war durch die technischen Registrierbedingungen beeinträchtigt. In Minneapolis wurden nur zwei EEG-Kanäle auf Tonband gespeichert und später auf Papier mit wechselnder Registriergeschwindigkeit übertragen. In München dagegen waren acht EEG-Kanäle mit konstanter Registriergeschwindigkeit direkt auf Papier aufgezeichnet worden. Dadurch war die visuelle Bestimmung der Schlafstadien nicht in gleicher Form möglich. Dieser Fehler störte zwar den genauen Vergleich der Schlaftiefen, den der Zyklusdauer jedoch nur wenig.

Die vorliegenden Ergebnisse lassen erkennen, daß der Flug von Ost nach West, also mit der Zeit, durch mehrere Zeitzonen einen sehr starken Einfluß auf das Nachtschlaf-EEG der Versuchsperson bewirkte. Dies ist aus den starken Zyklusstörungen des Nachtschlafes wie den relativ flachen Nachtschlaf-Stadien zu erkennen. Erst von der 7. Nacht an können regelrecht ablaufende Zyklen erkannt werden und auch die tieferen Schlafstadien (C, D, E) bestehen von dieser Zeit

an häufiger. Der prozentuale Anteil des REM-Schlafes an der Gesamtschlafzeit steigt von der 6. Nacht an von $21,70 \pm 4,10 \%$ ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) auf $26,70 \pm 3,86 \%$ ($\bar{x} \pm s\bar{x}$); obwohl diese Werte nicht signifikant verschieden sind, weisen sie doch neben der Zunahme der tieferen Schlafstadien auch auf einen Schlaf mit besserer Erholungsfunktion nach der 7. Nacht. Es ist bekannt, daß auch die REM-Phasen für die Erholung im normalen Schlaf verantwortlich sind (DEMENT a, b). Der prozentuale Anteil des REM-Schlafes bleibt beim Menschen vom 4. bis zum 45. Lebensjahr mit Werten zwischen 18 und 22 % der Gesamtschlafzeit relativ konstant, während er beim Neugeborenen 50 % und im Greisenalter nur noch 13,8 % beträgt (ROFFWARG, MUZIO und DEMENT). Es ist möglich, daß die Werte von 26 % Ausdruck eines "Nachholbedarfes" sind.

Ein weiteres Kriterium für die Annahme, daß erst ab der 7. Nacht von normalen Schlafzyklen gesprochen werden kann, ist die Tatsache, daß die Länge der einzelnen Schlafzyklen in der 7. bis 10. Nacht mit $100,61 \pm 4,82$ min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) besser den von HARTMANN angegebenen Werten von $95,8 \pm 8,7$ min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) entspricht, als dies während der Nächte 2 mit 6 mit einer Zykluslänge von $114,47 \pm 7,94$ min ($\bar{x} \pm s\bar{x}$) der Fall ist. Obwohl der Unterschied zwischen diesen Werten nicht signifikant ist, deutet er doch auch neben der Zunahme der tiefen Schlafstadien (C, D, E) und der besseren Gliederung der Nächte in verschiedene Schlafzyklen darauf hin, daß erst ab der 7. Nacht eine Normalisierung der Schlafrhythmen stattgefunden hat.

Der Flug von West nach Ost, also gegen die Zeit, nach einem Aufenthalt von ca. 12 Wochen in Minneapolis führte bei der Versuchsperson zu keinen Veränderungen des Nachtschlaf-EEG. Weder die Länge der abgelaufenen Zyklen, noch der prozentuale Anteil der verschiedenen Schlafstadien lassen zwischen den Nächten 2 mit 6 und den Nächten 11, 12, 18 und 19 einen

Unterschied erkennen. Bereits in der 2. Nacht kann anhand der graphischen Darstellungen eine gute Unterteilung in die einzelnen Schlafzyklen vorgenommen werden und auch die Zykluslänge ist während der Nächte 2 mit $6 \text{ mit } 87,36 \pm 3,79 \text{ min } (\bar{x} \pm s\bar{x})$ und der Nächte 11, 12, 18 und 19 mit $86,55 \pm 6,91 \text{ min } (\bar{x} \pm s\bar{x})$ praktisch identisch und entspricht auch den bei HARTMANN angegebenen Werten von $95,8 \pm 8,7 \text{ min } (\bar{x} \pm s\bar{x})$.

Auch ein Vergleich der einzelnen korrespondierenden Nächte in Minneapolis und in München weist darauf hin, daß bei den in Amerika verbrachten Nächten eine Normalisierung erst nach der 6. Nacht stattfand. Während sich die Nächte 2 mit 6 in Minneapolis und die entsprechenden Nächte in München sowohl durch die Zykluslänge als auch durch den prozentualen Anteil der einzelnen Schlafstadien signifikant unterscheiden, ist dies bei den Nächten 7 mit 10 in Minneapolis und 11, 12, 18 und 19 in München hinsichtlich der Zykluslänge nicht mehr der Fall und auch die Schlafstadien C und E sind nicht mehr signifikant voneinander verschieden.

Die ersten Versuche zur Zeitverschiebung wurden an isolierten Vögeln und Menschen im Bunker vorgenommen. Dabei wurde durch einmaliges Verkürzen der künstlichen Nacht oder des künstlichen Tages ein Flug nach Osten, durch einmaliges Verlängern ein Flug nach Westen simuliert. Alle diese Bunkerversuche ergaben deutlich, daß die zur Resynchronisation nötige Zeit nach "Westflug" länger dauert als nach "Ostflug". Diese unterschiedliche Resynchronisationszeit wurde zuerst an Vögeln festgestellt (ASCHOFF und WEVER 1963) und konnte auch beim Menschen nachgewiesen werden (ASCHOFF). Im Gegensatz dazu stehen die meist durch wirkliche Flüge ausgeführten Untersuchungen, bei denen festgestellt wurde, daß die zur Resynchronisation nötige Zeit nach Westflug kürzer ist als

die nach Ostflug (LAVERNHE; KLEIN et al. 1972; REINBERG; HAUS et al.). Es gibt jedoch auch Veröffentlichungen, die über eine kürzere Resynchronisationszeit nach Ostflug - analog den Bunkerversuchen - berichten (GERRITZEN 1963; HAUTY and ADAMS; OHARA). Als einer der Faktoren für diesen Unterschied in der Resynchronisationszeit darf der ausgeprägte Schlafverlust nach Ostflügen - sie sind in der Regel Nachtflüge - gelten, der zu dem Zeitverlust beim Flug gegen die Zeit hinzukommt, der z. B. bei einem Flug von New York nach Deutschland 5 Stunden beträgt.

Nach den Bunkerversuchen von ASCHOFF beträgt die natürliche Zyklusdauer des Menschen, der unabhängig von Tageslichtschwankungen lebt, ca. 26 Stunden. Eine Verlängerung des Tageszyklus von 24 Stunden auf 26 Stunden und darüber hinaus wird besser vertragen als eine Verkürzung. In der Phase der Resynchronisation nach Westflügen kann der Mensch, dessen Zyklen zunächst durch die Zeitverschiebung vorübergehend verlängert wurden, zu einer relativen Verkürzung gezwungen werden. Bei Ostflügen wird ihm dagegen eine vorübergehende Verkürzung der Zyklen aufgezwungen, der in der Resynchronisationsphase eine Verlängerung folgt. Zu dieser Deutung würden die Beobachtungen bei unserer Versuchsperson gut passen.

Die subjektiven Erfahrungen über relativ geringe Störungen bei Flügen nach Amerika würden dieser Deutung jedoch widersprechen. Bei ihnen scheint die Tatsache von größerer Bedeutung zu sein, daß Amerika-Reisende zumeist im ausgeruhten Zustand untertags abfliegen und eine einmalige Zyklusverlängerung und die unmittelbar nachfolgende relative Zyklusverkürzung gut vertragen. Den Rückflug treten sie in Amerika meistens in der Nacht an, haben nach vorangegangenen Tagesablauf im Wachzustand nur wenige Stunden gestörten Schlafes und reagieren infolge dieser Kombination von Einflüssen auf die einmalige Zyklusverkürzung mit stärkeren vegetativen Störungen; diese werden offenbar durch die anschließende,

relative Zyklusverlängerung schlecht ausgeglichen.

Bei unserer Versuchsperson kann die unterschiedliche Resynchronisationszeit, die den praktischen subjektiven Erfahrungen nach Amerikaflügen widerspricht, zum Teil auch durch psychologische und physiologische Faktoren, die nicht unmittelbar mit der zirkadianen Rhythmik zusammenhängen, mitbedingt sein. Im Sinne einer Verlängerung der Resynchronisationszeit hat dabei in Minneapolis wahrscheinlich der Stress auf Grund des bevorstehenden längeren Aufenthaltes in einem fremden Land und auch die fremde Umgebung des Schlaflaboratoriums mit unbekanntem Personal gewirkt.

Im Gegensatz dazu ist vermutlich die Zeit der Adaption in München durch die Vertrautheit mit der Untersuchungssituation in einem bekannten Laboratorium und durch einen "home going effect" positiv beeinflusst worden.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Nachtschlaf-EEG einer gesunden, 26 Jahre alten männlichen Versuchsperson wurde nach einem Interkontinentalflug von Deutschland nach Minneapolis (Minnesota, USA) in 10 aufeinanderfolgenden Nächten untersucht. Während der ersten 6 Nächte überwogen die leichten Schlafstadien A und B; die Stadien des mittleren und tiefen Schlafes (D und E) kamen sehr selten vor. Eine Abgrenzung einzelner Schlafzyklen war schwer möglich, die Länge der gemessenen Zyklen lag mit $114,47 \pm 7,94$ min über den von HARTMANN angegebenen Werten von $95,8 \pm 8,7$ min. Nach der 7. Nacht nahmen die tiefen Schlafstadien D und E zu und die leichten Schlafstadien A und B ab. Die Gliederung der einzelnen Nächte in vier bis fünf Schlafzyklen war dabei deutlich erkennbar und die Länge der einzelnen Zyklen näherte sich mit $100,61 \pm 4,82$ den normalen Werten.

Während der 2. mit 6. Nacht betrug der Anteil der REM-Perioden an der Gesamtschlafzeit $21,70 \pm 4,10$ %, die Zunahme auf $26,70 \pm 3,86$ % während der Nächte 7 mit 10 war nicht signifikant. Diese Werte entsprechen dem als normal anzusehenden Anteil des REM-Schlafes im Alter von 4 bis 45 Jahren.

Nach einem Aufenthalt von ca. 12 Wochen kehrte die Versuchsperson nach München zurück und verbrachte die 2. mit 6. und weiterhin die 11., 12., 18. und 19. Nacht im Schlaflaboratorium.

Die in München registrierten Nächte zeigten von Beginn an eine klare Gliederung in verschiedene Schlafzyklen; die Länge der Zyklen betrug für die 2. mit 6. Nacht $87,36 \pm 3,79$ min und für die 11., 12., 18. und 19. Nacht $86,55 \pm 6,91$ min. Es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen dem prozentualen Anteil der einzelnen Schlafstadien während der Nächte 2 mit 6 und den Nächten 11, 12, 18 und 19.

Beim Vergleich der Nächte 2 mit 6 in Minneapolis und in München konnte sowohl ein signifikanter Unterschied in der Länge der Schlafzyklen als auch im prozentualen Anteil aller Schlafstadien an der Gesamtschlafzeit festgestellt werden. Die Dauer der Zyklen in Minneapolis war länger als in München, die tiefen Schlafstadien waren in Minneapolis geringer als in München. Beim Vergleich der Nächte 7 mit 10 in Minneapolis mit den Nächten 11, 12, 18 und 19 in München bestand kein signifikanter Unterschied in der Zykluslänge wie auch in den Anteilen des leichten und des tiefen Schlafes (C und E).

Diese Ereignisse zeigen, daß die ersten 6 in Minneapolis verbrachten Nächte stark von der normalen Verteilung, Dauer und Tiefe der Schlafzyklen unserer Versuchsperson abwichen und daß eine Normalisierung des Nachtschlafes erst ab der 7. Nacht einsetzte. Der Flug von Minneapolis nach München bewirkte keine signifikanten Veränderungen des Nachtschlafes.

Diese Beobachtungen widersprechen anderen Untersuchungen und subjektiven Erlebnismwahrnehmungen und sind durch besondere Bedingungen erklärbar.

LITERATURVERZEICHNIS

- AGNEW, H., WEBB, W.,
WILLIAMS, R.: The First Night Effect.
Psychophysiology 2, 263 (1966)
- ASCHOFF, J.: Desynchronisation and Resynchro-
nisation of Human Circadian
Rhythms.
Aerospace Med. 40, 844, (1969)
- ASCHOFF, J., WEVER, R.: Beginn und Ende der täglichen Ak-
tivität freilebender Vögel.
J. f. Ornithologie 103, 1 (1962 a)
- ASCHOFF, J., WEVER, R.: Spontanperiodik des Menschen bei
Ausschluß aller Zeitgeber.
Naturwiss. 49, 337 (1962 b)
- ASCHOFF, J., WEVER, R.: Resynchronisation der Tagesperio-
dik von Vögeln nach Phasensprung
des Zeitgebers.
Z. vergl. Physiol. 46, 321 (1963)
- BLAKE, H., GERARD, R. W.,
KLEITMAN, N.: Factors influencing brain poten-
tials during sleep.
J. Neurophysiol. 2, 48 (1939)
- DEMENT, W. C.: The effect of dream deprivation.
Science 131, 1705 (1960 a)
- DEMENT, W. C.: The effect of dream deprivation;
the need of a certain amount of
dreaming each night is suggested
by recent experiments.
Science 131, 1705 (1960 b)

- GERRITZEN, F.: The Diurnal Rhythm in Water, Chloride, Sodium and Potassium During a Rapid Displacement From East to West and Vice Versa. Aerospace Med. 33, 697 (1963)
- GERRITZEN, F.: Influence of Light on Human Circadian Rhythms. Aerospace Med. 37, 66 (1966)
- HALBERG, F.: Physiologic 24-hour periodicity: General and procedural considerations with reference to the adrenal cycle. Z. Vitamin-, Hormon- und Fermentforschung 10, 225 (1960)
- HARTMANN, E.: The 90-Minute Sleep-Dream Cycle. Arch. Gen. Psychiat. 18, 280 (1968)
- HAUS, E., HALBERG, F., NELSON, W., HILLMAN, D.: Shifts and drifts in phase of human circadian system following intercontinental flights and in isolation. Fed. Proc. 27, 224 (1968)
- HAUTY, G. T., ADAMS, T.: Phase Shifts of the Human Circadian System and Performance Deficit During the Periods of Transition. I. East-West Flight II. West-East Flight Aerospace Med. 37, I: 668, II: 1072 (1966)

- KLEIN, K. E., BRUNER, H.,
HOLTMANN, H., REHME, H.,
STOLZE, J., STEINHOFF, W. D.,
WEGMANN, H. M.: Circadian Rhythm of Pilots
Efficiency and Effects of
Multiple Time Zone Travel.
Aerospace Med. 41, 125 (1970)
- KLEIN, K. E., BRUNER, H.,
GUNTHER, E., JOVY, D.,
MERTENS, J., RIMPLER, A.,
WEGMANN, H. M.: Psychological und Physiologi-
cal Changes Caused by Desyn-
chronisation Following Trans-
zonal Air Travel.
In: Aspects of Human Effi-
ciency; Diurnal Rhythm and
Loss of Sleep.
ed. by W. P. COLQUHOUN London:
The English Universities
Press 1972
- KLEITMAN, N.: Sleep and Wakefulness.
Chicago, Ill.: The University
Press of Chicago 1939
- KUGLER, J.: Elektroencephalographie in
Klinik und Praxis.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart
1966
- KUGLER, J.: Schlaf - Wach - Rhythmik. Ihre
Störungen, Grundlagen und Be-
handlungsmöglichkeiten.
Schriftenreihe der Bayerischen
Landesapothekerkammer 3, 3-14
(1972)
- KUGLER, J.: Die Bestimmung der Schlafsta-
dien mittels EEG - ihre Einsatz-
möglichkeiten und ihr Nutzen.
Med. Monatsspiegel 6, 141-145
(1973)

KUGLER, J.:

Indexwerte bestimmter Grapho-
Elemente in Hypnogrammen.
in "Die Quantifizierung des
Elektroencephalogramms.
Herausgegeben von G.K.SCHENK
Zürich S. 155 1973

KUGLER, J.:

Schlaf und Schlafstörungen.
in "20. Ausseer Symposion.
Kongressband"
Herausgegeben von der Wissen-
schaftlichen Gesellschaft der
Ärzte in der Steiermark
Graz S. 167-182 1974

LAVERNHE, K.:

Wirkungen der Zeitverschiebung
in der Luftfahrt auf das Flug-
personal.
Münch. Med. Wschr. 112, 1746
(1970)

OHARA, K.:

A report upon circadian rhythms
of body temperature during a
longitudinal air travel.
Nagoya Med. J. 13, 143 (1967)

RECHTSCHAFFEN, A.,
KALES, A.:

A Manual of Standardized Terminology, Techniques and Scoring System for Sleep of Human Subjects.

US Dept. of Health, PHS, Neurol. Inf. Newbornes, Bethesda. Maryland 20014 (1968)

REINBERG, A.:

Evaluation of circadian desynchronization during transmeridian flights.

Proc. XII. COSPAR meeting
Prag 1966

RENNER, M.:

Ein Transsozeanversuch zum Ortsinn der Honigbiene.

Naturwissenschaften 42, 540 (1955)

ROFFWARG, H. P.,
MUZIO, J. N.,
DEMENT, W. C.:

Ontogenetic Development of the Human Sleep-Dream Cycle.

Science 152, 604 (1966)

TCHERKOVITCH, G. M.:

Production expérimentale d'une névrose chez le singe par modification du rythme nycthémeral.
Bull. exp. Biol. Méd. 47, 21 (1959)

Herrn Prof. Dr. J. KUGLER gilt mein Dank für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte Unterstützung bei der Bearbeitung des Stoffes.

Herrn Dr. F. TORRES, Minneapolis, Minnesota danke ich für die freundliche Überlassung der EEG-Registrierungen.

LEBENS LAUF

- Rainer Burger : geb. 25. Juli 1946 in Heidelberg
- Eltern : Dr. Wilhelm Burger, Arzt in Regensburg
Dr. Gerda Burger, geb. Hilf, Ärztin
- 1952 : Eintritt in die Volksschule
- 1965 : Reifeprüfung am Albertus-Magnus-Gymnasium
in Regensburg
- November 1965 : Immatrikulation an der Universität München
für das Studium der Veterinärmedizin
- September 1970 : Tierärztliches Staatsexamen bestanden
- Februar 1973 : Promotion zum Doktor der Veterinärmedizin
mit summa cum laude mit der Arbeit:
Zur Pharmakologie verschiedener
1-Phenyl-1-amino-alkane
- seit 1970 : Studium der Humanmedizin in München
- Juni 1974 : Humanmedizinisches Staatsexamen bestanden

